

УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ДВУОСНОГО КРИСТАЛЛА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИАЛЬНО ИЛИ АЗИМУТАЛЬНО ПОЛЯРИЗОВАННОГО ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА

А. А. Рыжевич¹, С. В. Солоневич¹, Н. А. Хило¹, И. В. Балыкин^{1,2}

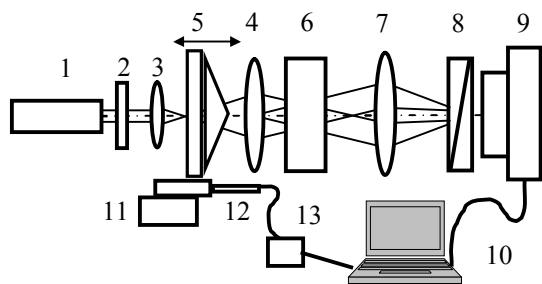
¹Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

²Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: a.ryzhevich@dragon.bas-net.by

В настоящее время наблюдается рост интереса к световым пучкам, обладающим азимутальной (векторы электрической составляющей перпендикулярны направлению распространения электромагнитной волны и при этом лежат на касательных к окружностям, центры которых находятся на оптической оси пучка), и особенно радиальной поляризации (векторы электрической составляющей поля лежат на лучах, радиально расходящихся от оптической оси пучка). Интерес к данным пучкам объясняется, прежде всего, инвариантностью особенностей их отражения от цилиндрических и конических поверхностей даже при больших углах падения, благодаря чему можно производить контроль качества изделий, имеющих аксиальную симметрию, с большей точностью, чем с помощью линейно поляризованных световых пучков, а также формировать аксиально симметричные перетяжки линзовыми системами с высокой числовой апертурой. Радиально поляризованные пучки, сфокусированные объективами с высокой числовой апертурой, имеют в фокусе сильную нераспространяющуюся продольную составляющую электрического поля и могут обеспечить существенно меньшие размеры светового пятна в фокусной плоскости по сравнению с линейно и циркулярно поляризованными пучками, благодаря чему позволяют обеспечить высокую точность лазерной обработки материалов, высокую плотность мощности в месте взаимодействия излучения с веществом. Кроме того, они могут быть использованы для захвата и манипуляции частицами меньших размеров, чем это возможно с пучками, имеющими линейную или циркулярную поляризацию.

Нами предложено устройство для формирования радиально или азимутально поляризованных световых пучков с электронно-механическим узлом, позволяющим осуществлять плавную подстройку угла конусности конического пучка, падающего на кристалл с целью полного преобразования линейно поляризованного светового пучка в радиально или азимутально поляризованный. Схема устройства показана на рисунке.



Конструкция устройства для формирования радиально или азимутально поляризованного светового пучка (номерные позиции рисунка описаны в тексте)

В качестве лазера 1 может использоваться любой лазер, генерирующий монохроматическое излучение. Лазерное излучение должно быть линейно поляризовано. Электрический вектор электромагнитного поля излучения лазера должен быть для определенности ориентирован либо вертикально, либо горизонтально. Поворотом на 90° полуволновой пластинки 2 можно переключать ориентацию вектора с горизонтальной на вертикальную или наоборот. Затем линейно поляризованный световой пучок пропускается через систему из двух положительных линз 3 и 4, составляющих телескоп. Между ними размещается коническая линза (аксикон) 5, формирующая конический световой пучок, проходящий через двuosный кристалл КТР либо КGW 6, кристаллографическая ось X которого лежит в плоскости его оптических осей (бинормалей) и перпендикулярна той бинормали, вдоль которой ориентирован кристалл. Ось Y кристалла перпендикулярна оси X кристалла и перпендикулярна плоскости бинормалей кристалла. Если плоскость колебаний напряженности электрического поля входного пучка параллельна оси X кристалла, на выходе из кристалла получают радиально поляризованный конический световой пучок, если плоскость колебаний напряженности электрического поля входящего светового пучка параллельна оси Y кристалла, на выходе получают азимутально поляризованный конический световой пучок. С помощью положительной сферической линзы 7 конический пучок можно преобразовать в фокусной плоскости линзы в кольцевое поле, характеристики которого, в т.ч. поляризация, определяются посредством поляризатора-анализатора 8 и CCD-камеры 9, сопряженной с компьютером 10. Плавное изменение угла конусности конического пучка достигается перемещением аксикона 5 внутри телескопа с помощью электромеханического узла, состоящего из механического транслятора 11, моторизованного актуатора 12 модели Z825B (производства «Thorlabs», США) и контроллера двигателя 13, сопряженного с компьютером 10. Наличие данного электромеханического узла позволяет механизировать и упростить процесс подстройки угла конусности пучка, исключив грубые касания, искажающие оптическую схему.